

DEVICE FOR CONTACTLESSLY TRANSMITTING POWER

Publication number: DE10339340

Publication date: 2005-04-21

Inventor: WOLF HARALD (DE)

Applicant: SEW EURODRIVE GMBH & CO (DE)

Classification:

- **International:** *H02J5/00; H03H7/38; H02J5/00; H03H7/38; (IPC1-7):*
H02J17/00

- **European:** H02J5/00T; H03H7/38

Application number: DE20031039340 20030825

Priority number(s): DE20031039340 20030825

Also published as:



WO2005029699 (A1)



EP1661244 (A1)



EP1661244 (A0)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE10339340

Abstract of corresponding document: **WO2005029699**

The invention relates to a device for contactlessly transmitting electric power from one or more medium frequency current sources, whose frequencies can have variations around the medium frequency f_M , to at least one moving consumer R_n via one or more transmission paths and transmitter heads, which are assigned to the consumers and which have a matching circuit (V1), which is connected downstream therefrom, for providing an impressed medium frequency voltage to the consumers, whereby the matching circuit (V1) is provided in the form of a current-controlled voltage source and can be realized with passive components.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 39 340 A1 2005.04.21

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 39 340.4

(22) Anmeldetag: 25.08.2003

(43) Offenlegungstag: 21.04.2005

(51) Int Cl.⁷: H02J 17/00

(71) Anmelder:

SEW-EURODRIVE GmbH & Co. KG, 76646
Bruchsal, DE

(72) Erfinder:

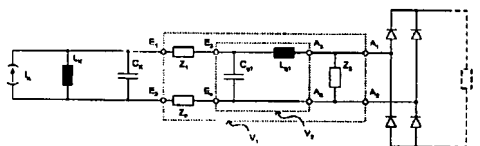
Wolf, Harald, 76694 Forst, DE

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Vorrichtung zur berührungslosen Energieübertragung

(57) Zusammenfassung: Vorrichtung zur berührungslosen Energieübertragung elektrischer Leistung aus einer oder mehreren Mittelfrequenzstromquellen, deren Frequenzen Abweichungen um die Mittelfrequenz f_M aufweisen können, auf mindestens einen bewegten Verbraucher über eine oder mehrere Übertragungsstrecken und den Verbrauchern zugeordneten Übertragerköpfen mit nachgeschalteter Anpassschaltung zum Bereitstellen einer eingprägten Mittelfrequenz-Spannung für den Verbraucher, wobei eine Übertragungsstrecke von einer Mittelfrequenzstromquelle mit einem eingprägten Mittelfrequenzstrom gespeist wird, wobei die Anpassschaltung als stromgesteuerte Spannungsquelle ausgeführt ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur berührungslosen Energieübertragung.

Stand der Technik

[0002] Aus der DE 100 53 373 A1 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zur berührungslosen Energieübertragung bekannt. Dabei ist eine Einspeisung mit einem Anpasssteller verbunden, wobei der Anpasssteller einen aktiv anzusteuern den Schalter 25 und die zugehörige Ansteuerelektronik mit Regelelektronik aufweist. Somit ist der Anpasssteller aufwendig und kostspielig. Darüber hinaus weist der Schalter abhängig von zu schaltenden Spannungen, Strömen und Anzahl von Schaltvorgängen sowie Temperatur eine geringe Lebensdauer auf. Sogar bei Nicht-Beastung treten prinzipbedingt Halbleiterverluste auf, wenn kein spezielles Kurzschlussrelais eingesetzt wird. Die Verlustwärmeproduktion ist hoch, weshalb ein Kühlkörper vorgesehen werden muss, der zu einer höheren Masse des beweglichen Teiles der Vorrichtung führt.

[0003] Ein weiterer Nachteil der DE 100 53 373 A1 ist, dass ein langsames Hochfahren bei Einschalten der Anlage nur erschwert ausführbar ist. Denn ein langsames Hochfahren des primären Linienleiterstromes begrenzt nicht die auftretende Spitzenleistung zum Laden der Zwischenkreiskondensatoren von als Verbrauchern angeschlossenen Umrichtern. Zur Begrenzung ist dort eine spezielle Maßnahme in der Regelung des Anpassstellers notwendig, die eine Sollwerttrampe für die Ausgangsspannung generiert.

Aufgabenstellung

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur berührungslosen Energieübertragung weiterzubilden unter Vermeidung der vorgenannten Nachteile. Insbesondere soll die Vorrichtung zur berührungslosen Energieübertragung eine längere Lebensdauer aufweisen und insgesamt robuster sein, insbesondere auch gegen mechanische Belastungen.

[0005] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bei der Vorrichtung zur berührungslosen Energieübertragung nach den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

[0006] Wesentliche Merkmale der Erfindung bei der Vorrichtung sind, dass die Vorrichtung ausgeführt ist zur berührungslosen Energieübertragung elektrischer Leistung aus einer oder mehreren Mittelfrequenzstromquellen, deren Frequenzen Abweichungen um die Mittelfrequenz f_m aufweisen können, auf mindestens einen bewegten Verbraucher über eine oder mehrere Übertragungsstrecken und den Ver-

brauchern zugeordneten Übertragerköpfen mit nachgeschalteter Anpassschaltung zum Bereitstellen einer eingepprägten Mittelfrequenz-Spannung für den Verbraucher, wobei eine Übertragungsstrecke von einer Mittelfrequenzstromquelle mit einem eingepprägten Mittelfrequenzstrom gespeist wird, wobei die Anpassschaltung als stromgesteuerte Spannungsquelle ausgeführt ist.

[0007] Von Vorteil ist dabei, dass die Vorrichtung einfach und robust mit wenig Aufwand ausführbar ist. Außerdem ist sie kostengünstig herstellbar, weil sie mit wenigen Bauelementen realisierbar ist. Ein Halbleiterschalter ist nicht notwendig für den Anpasssteller, da die Erfindung mit passiven Bauelementen, wie Spulen und Kondensatoren realisierbar ist. Die Wärmeproduktion der Vorrichtung ist gering. Darüber hinaus ist ein langsames Hochfahren bei Einschalten der Anlage ausführbar. Denn ein langsames Hochfahren des primären Linienleiterstromes führt zu einer langsamen Zunahme der Ausgangsspannung der Anpassschaltung. Dies ist ein besonders wesentlicher Vorteil bei als Verbraucher angeschlossenen Umrichtern mit Gleichrichter und Gleichspannungszwischenkreis, weil dann die auftretende Spitzenleistung zum Laden der Zwischenkreiskondensatoren gering gehalten wird. Bei Anschluss eines Umrichters als Verbraucher anstelle eines ohmschen Verbrauchers wird die gleichgerichtete Ausgangsspannung des Vierpols als Zwischenkreisspannung des Umrichters verwendbar.

[0008] Wesentlich ist bei der Vorrichtung auch, dass der Verbraucher mit eingepprägter Spannung versorgbar ist anstatt mit eingepprägtem Strom. Somit sind die meisten in Industrie oder Haushalt gebräuchlichen Verbraucher mit der Vorrichtung versorgbar, insbesondere Umrichter mit Spannungszwischenkreis.

[0009] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist dem Übertragerkopf sekundärseitig ein Kompensationskondensator parallel geschaltet. Insbesondere bildet die Kapazität des Kompensationskondensators mit der Induktivität L_k der Sekundärseite des Übertragerkopfes einen Schwingkreis, dessen Resonanzfrequenz mit der Mittelfrequenz f_m übereinstimmt oder nicht mehr abweicht als 10%. Der Übertragerkopf ist derart mit einem Kompensationskondensator ausgeführt, dass der Übertragerkopf auf seiner Ausgangsseite sich als eingepprägte Stromquelle verhält und/oder der Übertragerkopf zusammen mit seinem Kompensationskondensator C_k eine Mittelfrequenzstromquelle darstellt, insbesondere mit einem möglichst großem Innenwiderstand. Von Vorteil ist dabei, dass die Stromquelleneigenschaften des Übertragerkopfes möglichst ideal sind.

[0010] Als vorteilhafte Wahl zur Dimensionierung hat sich herausgestellt, dass der Kompensationskon-

densator C_K des Übertragerkopfes und die Induktivität L_K des Übertragerkopfes derart dimensioniert sind, dass

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_K C_K}}$$

von f_0 höchstens 5 abweicht. Besonders vorteilhaft ist Gleichheit.

[0011] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist die Anpassschaltung als derartiger Vierpol ausgeführt, dass bei ohmschem Verbraucher und konstanter Frequenz eines sinusförmigen Eingangsstroms der Betrag der Ausgangsspannung dem Betrag des Eingangsstroms mit dem Proportionalitätsfaktor Z proportional ist. Von Vorteil ist dabei, dass eine konstante Ausgangsspannung lieferbar ist, weil der Mittelfrequenzstrom in der Übertragungsstrecke konstant haltbar ist mittels einer entsprechenden Regelung. Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung umfasst der Vierpol V_1 zumindest eine Kapazität C_{g1} und eine Induktivität L_{g1} , umfasst, die den Proportionalitätsfaktor Z bestimmen.

[0012] Vorteilhaft ist es, den Vierpol derart aufzubauen, dass er zumindest einen inneren Vierpol umfasst, welcher zwischen seinen Eingangsklemmen eine Kapazität C_{g1} aufweist und eine Induktivität L_{g1} zwischen einer ersten Eingangsklemme und einer ersten Ausgangsklemme geschaltet ist und die zweite Ausgangsklemme mit der zweiten Eingangsklemme direkt verbunden ist. Dabei weicht vorteilhafterweise die Frequenz f des Eingangsstromes von der Frequenz

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{g1} C_{g1}}}$$

höchstens 10 % ab. Bei Gleichheit liegen Idealbedingungen vor.

[0013] Somit sind vorteilhafterweise die Spannungsquelleneigenschaften des inneren Vierpols möglichst ideal ausgeführt. Der Proportionalitätsfaktor Z ist vorteilhafterweise derart gewählt, dass

$$Z = \sqrt{\frac{L_{g1}}{C_{g1}}}$$

beträgt. Somit sind zwar noch Zweipole vor oder nach dem inneren Vierpol einfügbar, jedoch keine weiteren Vierpole mit Induktivitäten und Kapazitäten.

[0014] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist zwischen eine erste Eingangsklemme der Anpassschaltung und die erste Eingangsklemme des inneren Vierpols ein erster Zweipol zwischengeschaltet und zwischen die zweite Eingangsklemme der Anpassschaltung und die zweite Eingangsklemme des inneren

Vierpols ein zweiter Zweipol zwischengeschaltet und

zwischen die beiden Ausgangsklemmen des inneren Vierpols ein dritter Zweipol geschaltet und die erste Ausgangsklemme des inneren Vierpols mit der ersten Ausgangsklemme der Anpassschaltung direkt verbunden und

die zweite Ausgangsklemme des inneren Vierpols mit der zweiten Ausgangsklemme der Anpassschaltung direkt verbunden. Von Vorteil ist dabei, dass mittels einem oder mehreren dieser Zweipole die Blindspannung am Ausgang des Übertragerkopfes, also am Eingang der Anpassschaltung, kompensierbar ist. Insbesondere mittels des dritten Zweipols ist die Parameterempfindlichkeit der Ausgangsspannung der Anpassschaltung bezüglich des Kompensationskondensators C_K verringerbare. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn C_K größer oder sehr viel größer als die Kapazität C_{g1} ist.

[0015] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der erste und/oder der zweite Zweipol als direkte Verbindung, also Kurzschluss, ausgeführt. Bei einer alternativen vorteilhaften Ausgestaltung ist der dritte Zweipol als Unterbrechung ausgeführt, also nicht vorhanden. Somit sind keine kostspieligen Bauelemente notwendig.

[0016] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung gleicht die Summe der Induktivitäten des ersten und des zweiten Zweipols dem Wert der Induktivität L_{g1} des inneren Vierpols und der dritte Zweipol ist eine Unterbrechung. Somit ist mit einfachen Mitteln die Blindleistungsspannung kostengünstig kompensierbar. Darüber hinaus ist die Parameterempfindlichkeit der Ausgangsspannung der Anpassschaltung bezüglich des Kompensationskondensators C_K verringerbare. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn C_K größer oder sehr viel größer als die Kapazität C_{g1} ist.

[0017] Bei der alternativen vorteilhaften Ausgestaltung ist insbesondere der erste und zweite Zweipol jeweils als direkte Verbindung ausgeführt und der dritte Zweipol ist ein Kondensator mit der Kapazität C_{g2} . Insbesondere stimmt die Kapazität C_{g2} überein mit der Kapazität C_{g1} des inneren Vierpols. Somit ist mit einfachen Mitteln die Blindleistungsspannung kostengünstig kompensierbar. Darüber hinaus ist wiederum die Parameterempfindlichkeit der Ausgangsspannung der Anpassschaltung bezüglich des Kompensationskondensators C_K verringerbare. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn C_K größer oder sehr viel größer als die Kapazität C_{g1} ist.

[0018] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist am Ausgang der Anpassschaltung ein Gleichrichter zum Erzeugen einer unipolaren Zwischenkreisspannung für einen vom Verbraucher umfassten Umrichter vorgesehen.

[0019] Weitere Vorteile ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Bezugszeichenliste

C_K	Kompensationskondensator
L_K	Induktivität
C_{g1}	Kapazität
L_{g1}	Induktivität
Z	Proportionalitätsfaktor
C_{g2}	Kapazität
R_L	Lastwiderstand

Ausführungsbeispiel

[0020] Die Erfindung wird nun anhand von Abbildungen näher erläutert:

[0021] In der **Fig. 1** ist das elektrische Ersatzschaltbild des beweglichen Teils der erfindungsgemäßen Vorrichtung gezeigt. Der stationäre Teil ist gemäß DE 100 53 373 A1 vorsehbar.

[0022] Wie auch in der DE 100 53 373 A1 weist der Übertragerkopf die sekundärseitige Induktivität L_K auf, welche durch den Kompensationskondensator C_K in ihrer Wirkung bei der Mittelfrequenz kompensiert wird. Die Energie wird vom Einspeisesteller ESS über die Strecke an den Übertragerkopf berührungslos übertragen. Der Übertragerkopf zusammen mit dem Kompensationskondensator C_K wirkt als eingeprege Stromquelle I_K , wie in **Fig. 1** gezeigt.

[0023] An den Übertragerkopf ist ein Vierpol V_1 mit seinen Eingangsklemmen E1 und E2 angeschlossen, der an seinem Ausgang, also mit den Ausgangsklemmen A1 und A2 mit einem Gleichrichter zur Versorgung eines Umrichters verbunden ist.

[0024] Der Vierpol V_1 ist derart ausgeführt, dass bei Anlegen einer rein ohmschen Last an den Ausgangsklemmen A1 und A2 und bei konstanter Frequenz eines sinusförmigen Eingangs-Stromes des Vierpols V_1 der Betrag der Ausgangsspannung proportional ist zum Betrag des Eingangs-Stromes, insbesondere belastungsunabhängig, wobei der Proportionalitätsfaktor Z ist. Diese Proportionalität gilt sogar auch dann, wenn die Last statt aus einer rein ohmschen aus einer beliebigen linearen komplexen Last besteht, also aus einer beliebigen Schaltung aus Induktivitäten, Kapazitäten und ohmschen Widerständen besteht.

[0025] Bei dem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel nach **Fig. 1** umfasst der Vierpol V_1 einen inneren Vierpol V_2 , dessen Eingangsklemmen E3 und E4 über Zweipole Z_1 und Z_2 mit den Eingangsklemmen E1 und E2 des Vierpols V_1 verbunden sind. Außerdem liegt zwischen den Ausgangsklemmen A3 und A4 ein Zweipol Z_3 , wobei die Ausgangsklemme A3

mit der Ausgangsklemme A1 des Vierpols V_1 und die Ausgangsklemme A4 mit der Ausgangsklemme A2 des Vierpols V_1 jeweils direkt verbunden ist.

[0026] Die Zweipole sind bei verschiedenen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen verschieden ausführbar. In **Fig. 2** ist eines der Ausführungsbeispiele gezeigt. Dabei sind die Zweipole Z_1 und Z_2 als direkte Verbindungen, also Kurzschlüsse, ausgeführt und der Zweipol Z_3 als Kondensator mit der Kapazität C_{g2} . Mit diesem Kondensator lässt sich die Parameterempfindlichkeit der Ausgangsspannung der Anpassschaltung bezüglich des Kompensationskondensators C_K verringern, insbesondere wenn C_K größer oder sehr viel größer als die Kapazität C_{g1} der **Fig. 2** ist. Außerdem ist bei diesem Ausführungsbeispiel eine sehr gute Blindspannungskompensation am Eingang der Anpassschaltung erreichbar, insbesondere wenn die Kapazität C_{g2} der Kapazität C_{g1} gleicht.

[0027] Dieselben Vorteile erreicht man aber auch bei anderen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel bei dem der Zweipol Z_3 als offene Verbindung ausgeführt ist und die beiden Zweipole Z_1 und Z_2 als Induktivitäten ausgeführt sind, deren Summe der Induktivität L_{g1} des inneren Vierpols V_2 gleicht.

[0028] Bei einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel bestimmen eine Kapazität C_{g1} und eine Induktivität L_{g1} den Proportionalitätsfaktor Z . Idealerweise sind die Kapazität C_{g1} und die Induktivität L_{g1} derart dimensioniert, dass der Proportionalitätsfaktor

$$Z = \sqrt{\frac{L_{g1}}{C_{g1}}}$$

beträgt und die Frequenz f des Eingangsstromes der Frequenz

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{g1}C_{g1}}}$$

gleich ist. Abweichungen von einigen Prozent, beispielsweise bis zu 5 %, beeinträchtigen die Vorteile nur in geringem Umfang. Der Kompensationskondensator C_K des Übertragerkopfes und die Induktivität L_K des Übertragerkopfes sind derart dimensioniert, dass

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_K C_K}}$$

gleich ist zu f_o . Auch hier sind Abweichungen von einigen Prozent, beispielsweise bis zu 5 %, nicht wesentlich verschlechternd.

[0029] Auch Abweichungen von bis zu 10 % statt 5 % sind noch akzeptabel bezüglich der Funktion des Übertragerkopfes und der Anpassschaltung.

[0030] Die Kapazität C_{g1} bildet zusammen mit der Induktivität L_{g1} eine stromgesteuerte Spannungsquelle bei der Mittelfrequenz f_M , also ist der Betrag der Spannung am Ausgang proportional zum Betrag des Linienleiterstrom der Strecke und ist unabhängig von der Belastung.

[0031] Wenn die genannten Abweichungen verschwinden, liegt auch bei linearen Lasten, wie Spulen, Widerständen Kondensatoren oder deren beliebige Zusammenschaltungen, keine Belastungsabhängigkeit im genannten Proportionalitätsverhalten vor. Bei zunehmenden Abweichungen tritt eine Abhängigkeit von der Belastung auch bei solchen Lasten zunehmend auf.

[0032] Die Kapazität C_{g2} bildet zusammen mit der Induktivität L_{g1} einen Reihenschwingkreis, der bei geringer Belastung, also großem Lastwiderstand R_L einen Kurzschluss darstellt. Bei steigender Belastung wird der Reihenschwingkreis stärker bedämpft. Der Reihenschwingkreis wirkt dann nicht mehr als Kurzschluss. Auf diese Weise stellt sich dann eine automatische Anpassung an die Lastverhältnisse ein. Auf die Eigenschaft als stromgesteuerte Spannungsquelle hat der Kondensator C_{g2} keinen negativen Einfluss, da er einfach parallel zur Last liegt. Im Gegenteil bewirkt der Kondensator C_{g2} sogar, dass eine Verstimmung des Kompensationskondensator C_K nahezu keine Auswirkung auf die Spannungskonstanz der Ausgangsspannung der Anpassschaltung hat.

[0033] Die Anpassschaltung ist passiv und mit einer sehr geringen Anzahl von Bauteilen ausgeführt und daher robust und kostengünstig.

[0034] Bei weiteren Ausführungsbeispielen ist auch eine Parallelschaltung von mehreren Anpassschaltungen mit angeschlossenen Gleichrichtern ausführbar zur Erhöhung der übertragbaren Leistung.

[0035] Bei weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen ist zur verbesserten Regelung der Ausgangsspannung ein nachgeschalteter Tief/Hochsetzsteller oder eine steuerbare Induktivität L_{g1} einsetzbar. Die genannte Steuerbarkeit der Induktivität ist realisierbar, indem mittels eines zusätzlichen Gleichstromkreises eine lokale Sättigung im magnetischen Kreis der Spule L_{g1} bewirkt wird. Auf diese Weise ist die Ausgangsspannung des Vierpols zu beeinflussen.

[0036] Wie in Fig. 1 und 2 gezeigt, ist am Ausgang der Anpassschaltung ein Gleichrichter zum Erzeugen einer unipolaren Zwischenkreisspannung für einen vom Verbraucher umfassten Umrichter vorsehbar. Bei einem solchen Verbraucher mit Gleichrichter liegt jedoch die oben genannte Proportionalität nicht ideal vor.

[0037] Bei weiteren Ausführungsbeispielen trägt die Spule mit der Induktivität L_{g1} eine weitere Wicklung zur Erzeugung von Hilfsspannung. Diese Hilfsspannung kann beispielsweise verwendet werden zur Versorgung eines Schaltungsteils, das den Strom zur Steuerung der Induktivität L_{g1} bei der oben genannten steuerbaren Ausführung erzeugt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur berührungslosen Energieübertragung elektrischer Leistung aus einer oder mehreren Mittelfrequenzstromquellen, deren Frequenzen Abweichungen um die Mittelfrequenz f_M aufweisen können, auf mindestens einen bewegten Verbraucher über eine oder mehrere Übertragungsstrecken und den Verbrauchern zugeordneten Übertragerköpfen

mit nachgeschalteter Anpassschaltung zum Bereitstellen einer eingepprägten Mittelfrequenz-Spannung für den Verbraucher, wobei eine Übertragungsstrecke von einer Mittelfrequenzstromquelle mit einem eingepprägten Mittelfrequenzstrom gespeist wird, wobei die Anpassschaltung als stromgesteuerte Spannungsquelle ausgeführt ist.

2. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anpassschaltung als stromgesteuerte Spannungsquelle derart ausgeführt ist, dass der Betrag der Ausgangsspannung der Anpassschaltung dem Betrag des Eingangsstromes der Anpassschaltung proportional ist, insbesondere bei idealer Auslegung der Bauteile.

3. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dem Übertragerkopf sekundärseitig ein Kompensationskondensator parallel geschaltet ist.

4. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapazität des Kompensationskondensators mit der Induktivität L_K der Sekundärseite des Übertragerkopfes einen Schwingkreis bildet, dessen Resonanzfrequenz mit der Mittelfrequenz f_M übereinstimmt oder nicht mehr abweicht als 10%.

5. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Übertragerkopf derart mit einem Kompensationskondensator ausgeführt ist, dass der Übertragerkopf auf seiner Ausgangsseite sich als eingepprägte Stromquelle verhält und/oder der Übertragerkopf zusammen mit seinem Kompensationskondensator C_K eine Mittelfrequenzstromquelle darstellt, insbesondere mit einem möglichst großem Innenwiderstand.

6. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kompensationskondensator C_K des Übertragerkopfes und die Induktivität L_K des Übertragerkopfes derart dimensioniert sind, dass

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_K C_K}}$$

von f_0 höchstens 10 abweicht.

7. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kompensationskondensator C_K des Übertragerkopfes und die Induktivität L_K des Übertragerkopfes derart dimensioniert sind, dass

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_K C_K}}$$

gleich ist zu f_0 .

8. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anpassschaltung als derartiger Vierpol ausgeführt ist, dass bei ohmschem Verbraucher und konstanter Frequenz eines sinusförmigen Eingangsstroms der Betrag der Ausgangsspannung dem Betrag des Eingangsstroms mit dem Proportionalitätsfaktor Z proportional ist.

9. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Vierpol V zumindest eine Kapazität C_{g1} und eine Induktivität L_{g1} umfasst, die den Proportionalitätsfaktor Z bestimmen.

10. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Vierpol einen inneren Vierpol umfasst, welcher zwischen seinen Eingangsklemmen eine Kapazität C_{g1} aufweist und eine Induktivität L_{g1} zwischen einer ersten Eingangsklemme und einer ersten Ausgangsklemme geschaltet ist und die zweite Ausgangsklemme mit der zweiten Eingangsklemme direkt verbunden ist.

11. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz f des Eingangsstromes von der Frequenz

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{g1} C_{g1}}}$$

höchstens 10 % abweicht.

12. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz f des Eingangsstromes der Fre-

quenz

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{g1} C_{g1}}}$$

gleich ist.

13. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Proportionalitätsfaktor

$$Z = \sqrt{\frac{L_g}{C_{g1}}}$$

beträgt.

14. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

zwischen eine erste Eingangsklemme der Anpassschaltung und die erste Eingangsklemme des inneren Vierpols ein erster Zweipol zwischengeschaltet ist und

zwischen die zweite Eingangsklemme der Anpassschaltung und die zweite Eingangsklemme des inneren Vierpols ein zweiter Zweipol zwischengeschaltet ist und

zwischen die beiden Ausgangsklemmen des inneren Vierpols ein dritter Zweipol geschaltet ist und die erste Ausgangsklemme des inneren Vierpols mit der ersten Ausgangsklemme der Anpassschaltung direkt verbunden ist und

die zweite Ausgangsklemme des inneren Vierpols mit der zweiten Ausgangsklemme der Anpassschaltung direkt verbunden ist.

15. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und/oder der zweite Zweipol als direkte Verbindung, also Kurzschluss, ausgeführt ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Zweipol als Unterbrechung ausgeführt ist, also nicht vorhanden ist.

17. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Summe der Induktivitäten des ersten und des zweiten Zweipol dem Wert der Induktivität L_{g1} des inneren Vierpols gleicht und der dritte Zweipol eine Unterbrechung ist.

18. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und/oder der zweite Zweipol als Induktivität ausgeführt ist und der dritte Zweipol eine Unterbrechung ist.

19. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

dass der erste und zweite Zweipol jeweils als direkte Verbindung ausgeführt ist und der dritte Zweipol ein Kondensator mit der Kapazität C_{g2} ist.

20. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapazität C_{g2} übereinstimmt mit der Kapazität C_{g1} des inneren Vierpols.

21. Vorrichtung nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass am Ausgang der Anpassschaltung ein Gleichrichter zum Erzeugen einer unipolaren Zwischenkreisspannung für einen vom Verbraucher umfassten Umrichter vorgesehen ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

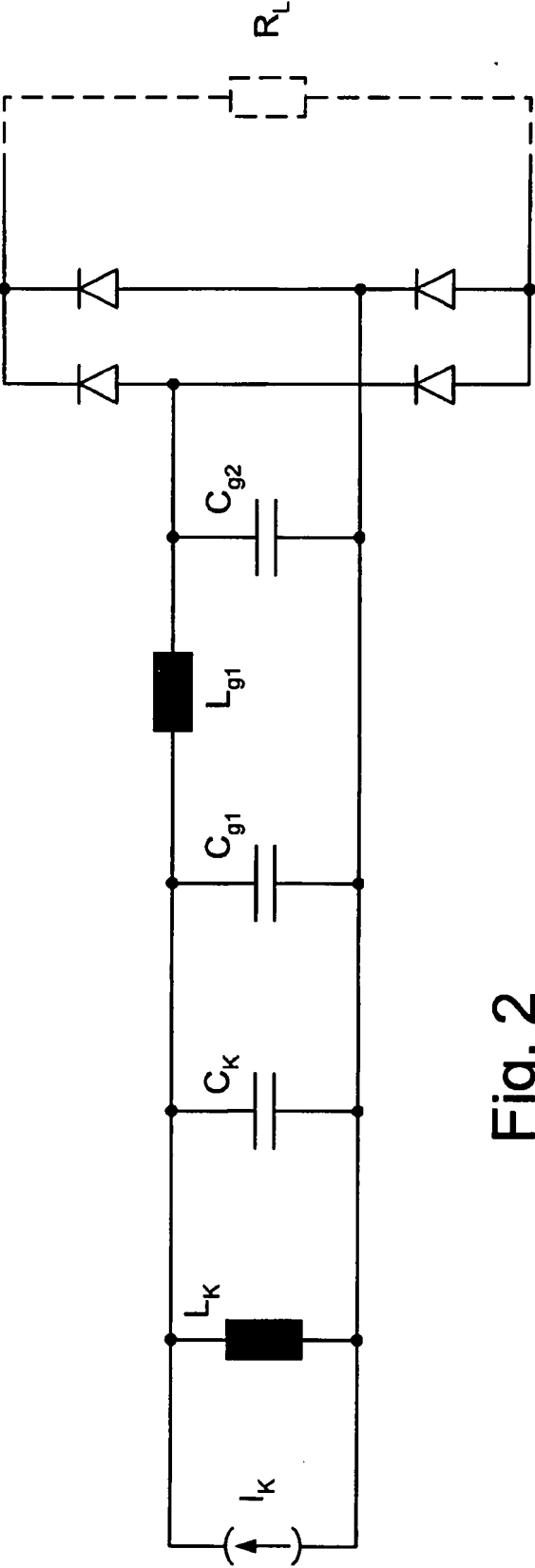


Fig. 2